

Substratos orgânicos para a produção de mudas de alface

Organic substrates for lettuce seedlings

DOI:10.34117/bjdv7n10-335

Recebimento dos originais: 25/09/2021

Aceitação para publicação: 25/10/2021

Betina Luíza Lerner

Universidade Federal do Rio Grandedo Sul, Faculdade de Agronomia – Eng^a.
Agrônoma, Mestranda no Programa de Pós-graduação em Fitotecnia - Avenida Bento
Gonçalves, 7712, CEP 91540-000, Porto Alegre/RS.
E-mail: betinalerner@hotmail.com

André Samuel Strassburger

Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia - Professor do
Departamento de Horticultura e Silvicultura. - Av. Bento Gonçalves, 7712, CEP 91540-
000, Porto Alegre/RS.
E-mail: andre.strassburger@ufrgs.br

Heloísa Camello

Universidade Federal do Rio Grandedo Sul, Faculdade de Agronomia – Eng^a.
Agrônoma, Mestranda no Programa de Pós-graduação em Fitotecnia - Avenida Bento
Gonçalves, 7712, CEP 91540-000, Porto Alegre/RS.
E-mail: helo.heloisacamello@gmail.com

Tatiana da Silva Duarte

Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia - Professor do
Departamento de Horticultura e Silvicultura Av. Bento Gonçalves, 7712, CEP 91540-
000, Porto Alegre/RS.
E-mail: tatiana.duarte@ufrgs.br

Magnólia Aparecida Silva da Silva

Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia - Professor do
Departamento de Horticultura e Silvicultura - Av. Bento Gonçalves, 7712, CEP 91540-
000, Porto Alegre/RS.
E-mail: magnolia.silva@ufrgs.br

Gilmar Schäfer

Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia - Professor do
Departamento de Horticultura e Silvicultura - Av. Bento Gonçalves, 7712, CEP 91540-
000, Porto Alegre/RS.
E-mail: schaffer@ufrgs.br

RESUMO

Na olericultura, a produção de mudas impacta diretamente na produtividade e qualidade da produção, sendo que o substrato utilizado essencial para essa etapa. Na produção orgânica de hortaliças exige-se o uso de substratos com componentes autorizados pela legislação vigente para a agricultura orgânica. Portanto, o presente trabalho teve como

objetivo avaliar o potencial de utilização de palha de arroz fervida (PAF) associada a composto orgânico (CO) como substrato para a produção de mudas de alface para sistema orgânico de cultivo. O experimento foi conduzido em ambiente protegido em Eldorado do Sul/RS. Os tratamentos analisados foram: T1 = substrato comercial (C); T2 = 100% PAF, T3 = 75% PAF + 25% CO (v:v); T4 = 50% PAF + 50% CO; T5 = 25% PAF + 75% CO; T6 = 100% CO. O delineamento adotado foi de blocos inteiramente casualizados, com três repetições. Aos 35 dias após a semeadura as mudas foram avaliadas. Realizou-se a caracterização física e química dos substratos. Conforme a participação do CO é maior, há aumento linear da CE e do pH no substrato, evidenciando a capacidade nutricional desse material. A PAF possui comportamento semelhante à casca de arroz carbonizada, apresentando CE e retenção de água baixas. Os tratamentos T5 e T6 tiveram desempenhos superiores para a massa fresca e massa seca de parte aérea, já para massa fresca e seca de raízes, T6 foi superior aos demais. O substrato comercial mostrou-se inadequado à produção de mudas de alface em sistema orgânico. O uso de CO mostrou-se essencial devido a suas características químicas, porém novos materiais devem ser estudados para serem utilizados como condicionadores em misturas, a fim de reduzir a densidade final do substrato.

Palavras-chave: *Lactuca sativa* L., muda de qualidade, sistema orgânico de produção, composto orgânico.

ABSTRACT

In olericulture, the production of seedlings directly impacts the quality of the final product and the substrate is an essential part of it. The objective was to evaluate the potential of boiled rice straw (PAF) associated with organic compost (CO) as a substrate for the production of lettuce seedlings in organic system. The experiment was conducted in a greenhouse in Eldorado do Sul/RS. The treatments analyzed were, as follows: T1 = commercial substrate (C); T2 = 100% PAF, T3 = 75% PAF + 25% CO (v: v); T4 = 50% PAF + 50% CO; T5 = 25% PAF + 75% CO; T6 = 100% CO. The study was arranged in complete randomized block design with three replications. At day 35 after sowing, seedlings were evaluated. Substrates were characterized with their physical and chemical properties. The greater it is the participation of CO, there is a linear increase of EC and of pH in the substrate, showing the nutritional capacity of such material. PAF has a similar behavior to carbonized rice husk, with low EC and low water retention. Treatments T5 and T6 had superior performances for fresh and dry mass of aboveground part, whereas for fresh and dry mass of roots, T6 was superior to the others. The commercial substrate proved to be inadequate for the production of lettuce seedlings in organic systems. The use of CO is essential due to its chemical characteristics, however new materials must be studied to be used as conditioners in mixtures, in order to reduce the final density of the substrate.

Keywords: *Lactuca sativa* L., seedling quality, organic production system, organic compost.

1 INTRODUÇÃO

A olericultura brasileira tem se destacado mundialmente, em virtude do embasamento técnico que envolve todos os processos produtivos. A produção de mudas

é especializada e representa parte do sucesso da produção, visto que é a base do sistema e impacta diretamente no produto final (TRANI et al., 2004; NETO et al., 2010). A qualidade genética, fisiológica e sanitária da muda é fundamental e, por isso, é imprescindível avaliar alguns fatores que interferem diretamente na produção da muda, tais como o substrato utilizado (WATTHIER et al., 2019).

O substrato, geralmente, é o resultado de mistura de materiais que atuam como âncora para as raízes das plantas, permitindo disponibilidade de água e trocas gasosas (FERMINO, 2002; WATTHIER et al., 2019), podendo participar da nutrição, de acordo com as proporções e materiais utilizados. Para que um substrato cumpra com a função desejada no desenvolvimento da muda de determinada hortaliça é necessário conhecer suas características físico-químicas. De acordo com Fermino (2014), as principais características físicas que interferem em um substrato são: porosidade total, espaço de aeração e água disponível. Como características químicas destaca-se o valor de pH, condutividade elétrica (CE) e capacidade de troca de cátions (CTC).

A disponibilidade e o custo de um substrato são tão importantes na produção de mudas de hortaliças quanto suas características químico-físicas. Na etapa de formulação desse insumo, a escolha dos materiais deve atender a critérios de sustentabilidade ambiental, econômica e social, optando-se por produtos renováveis, bem como pelo uso de resíduos agroindustriais ou industriais, de forma que gere destinação adequada ao grande volume produzido destes (KRATZ et al., 2013). Desse modo, há a necessidade de caracterização de produtos disponíveis regionalmente, a fim de estudar seu potencial como substrato agrícola e, assim, diminuir os custos de produção, tornando fácil sua obtenção e utilização como substratos (GONDIN et al., 2015), além de prover sua reutilização de forma segura.

A utilização de alguns subprodutos para a composição de substratos para produção de mudas de hortaliças, com vistas à produção orgânica, vem sendo avaliada. Para sistemas orgânicos, os materiais escolhidos devem estar de acordo com as exigências da Portaria nº 52 de 15 de março de 2021 (BRASIL, 2021). Diferentemente do que ocorre nos sistemas convencionais, os substratos, em sistemas de produção orgânico, devem ser capazes de suprir nutricionalmente as plantas, isto é, o ideal é que não sejam inertes. A composição de substratos a partir de misturas de resíduos como pó de rocha, esterco animal, casca de arroz, muitas vezes associados a composto orgânico, se mostra eficiente na produção de mudas (GRUTZMACHER et al, 2009; MEDEIROS et al, 2016).

O composto orgânico é obtido através da degradação microbiológica de resíduos orgânicos. As suas características físico-químicas promovem a nutrição mineral da planta, além de associação de partículas, movimentação de água e aeração do solo ou substrato onde é inserido (MEIRELLES et al., 2016). Portanto, esse produto é capaz de atender as exigências para a formulação de substrato, com ênfase para sistemas orgânicos de produção, nos quais não se permite a utilização de fertilizantes sintéticos de alta solubilidade (LEAL et al., 2007). Contudo, é necessário atentar ao teor de sais presentes (KÄMPF, 2005; SCHÄFER; SOUZA; FIOR, 2015), além dos altos valores de densidade e pH.

Um coproduto proveniente da etapa de pré-limpeza do arroz é a palha de arroz, a qual encontra-se sem destinação adequada no processo agroindustrial, o que a torna um resíduo a ser gerido pela empresa beneficiadora do grão. Ao acrescentá-la à formulação de um substrato, espera-se que esta contribua com características físicas, assemelhando-se a casca de arroz carbonizada. A destinação correta deste resíduo auxilia minimizando os impactos decorrentes da poluição provocada pelo acúmulo do mesmo no ambiente (SCHMITZ; SOUZA; KÄMPF, 2002).

Neste contexto, o presente estudo tem o objetivo avaliar o potencial de utilização de palha de arroz fervida associada ou não ao composto orgânico como substrato para a produção de mudas de alface, com vistas a sistemas orgânicos de produção.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Setor de Horticultura da Estação Experimental Agrônômica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, localizada no município de Eldorado do Sul/RS, na latitude 30° 05 'S e longitude 51°39'W. O clima da região é do tipo Cfa, de acordo com a classificação de Köppen. O período de realização do trabalho foi de dezembro de 2020 a janeiro de 2021.

O delineamento adotado foi de blocos inteiramente casualizados, com três repetições. Os tratamentos analisados consistiram em cinco níveis de palha de arroz agroecológico fervida e composto orgânico BIO-C® (v:v) e um substrato comercial à base de turfa e vermiculita (Carolina Soil® orgânico), sendo: T1 = substrato comercial (C); T2 = 100% palha de arroz agroecológico fervida (PAF), T3 = 75% PAF + 25% composto orgânico (CO); T4 = 50% PAF + 50% CO; T5 = 25% PAF + 75% CO; T6 = 100% CO.

A palha de arroz foi fervida em tambor de ferro com capacidade para 100 L, na proporção de 50 L de água para 25 L de palha de arroz com o intuito de eliminar sementes de plantas indesejadas, bem como possíveis organismos patogênicos. O processo durou cerca de uma hora e meia. Após, o material foi seco em temperatura ambiente por 48 horas.

As mudas foram produzidas em ambiente protegido de modelo em arco, coberto com filme plástico de polietileno de baixa densidade de 150 μm de espessura e com dimensões de 9,0 m x 15,0 m e 2,0 m de pé-direito. As laterais eram abertas, não possuindo cortinas plásticas.

A cultivar Litorânea de alface lisa foi semeada em bandejas de poliestireno expandido de 200 células, com densidade de três sementes por célula. O sistema de irrigação adotado foi de microaspersão, sendo realizadas quatro irrigações de 15 minutos por dia, aproximadamente 5,4 mL por célula em cada irrigação. O desbaste foi realizado uma semana após a semeadura, deixando apenas uma planta por célula. Dez dias após a semeadura aplicou-se o biofertilizante Supermagro, desenvolvido pelo técnico agrícola Delvino Magro juntamente com a equipe do Centro de Agricultura Ecológica Ipê do Rio Grande do Sul (RUIZ LOPES, 2013) por via foliar, na dose de 9 mL por planta, tal processo foi repetido semanalmente, resultando em um total de três aplicações.

Cada tratamento utilizou 30 células por repetição (seis tratamentos por bandeja), sendo avaliada somente a linha de mudas central (10 plantas). Aos 35 dias após a semeadura as mudas foram avaliadas, quanto aos seguintes parâmetros fitométricos: altura (cm), número de folhas, comprimento de raiz (cm), massa fresca de parte aérea (mg), massa fresca de raiz (mg), massa seca de parte aérea (mg), massa seca de raiz (mg) e estrutura do torrão, conforme metodologia estabelecida por Watthier (2014), adaptada de Gruszynski (2002), com uma escala variando de 1 a 5, sendo 1 = sem estrutura e 5 = estrutura estável.

A altura e o comprimento de raiz foram medidos com o uso de régua graduada em centímetros, após a lavagem das mudas em água corrente. A contagem de folhas foi realizada considerando as folhas verdadeiras e expandidas. Para a secagem da fitomassa da parte aérea e das raízes foi utilizada estufa com ventilação de ar forçado a 65°C até peso constante (48-72 horas), seguido da pesagem em balança de precisão.

A caracterização física e química dos substratos foi realizada no Laboratório de Substratos para Plantas do Departamento de Horticultura e Silvicultura (DHS) da Faculdade de Agronomia (FAGRO) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul

(UFRGS), no município de Porto Alegre/RS. Neste, a densidade foi determinada pelo método da Auto-compactação (HOFFMANN, 1970 apud FERMINO, 2014), a porosidade total (PT), o espaço de aeração (EA) e a água disponível (AD) foram obtidos com o uso de funis de tensão, de acordo com os princípios estabelecidos por De Boodt e Verdonck (1972). As análises de potencial de hidrogênio (pH) e condutividade elétrica (CE) seguiram os métodos estabelecidos pela Instrução Normativa nº 17, de 21 de maio 2007, com diluição de 5:1 (v:v) e medição através de pHmetro e condutímetro de bancada.

Os dados foram submetidos aos testes de Shapiro-Wilk e Levene, a fim de verificar a normalidade e a homogeneidade da variância, respectivamente, e quando necessário, os dados foram transformados. A análise de variância e comparação de médias foi realizada através do teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade de erro, utilizando o software livre R. As análises de regressão foram realizadas no software Sigmaplot 14.0 (Systat Software, Inc.) ao nível de 5% de probabilidade de erro

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nenhum tratamento apresentou, exclusivamente, características químicas e físicas dentro dos padrões desejáveis, existindo variações de acordo com as misturas. Houve diferença significativa para todos os parâmetros fitométricos estudados, porém nem todos apresentaram ajustamento matemático.

Para as características químicas, em relação ao pH, tem-se uma faixa de valores variando entre 5,5 a 6,5 (pH em H₂O) (MARTÍNEZ, 2002; FERMINO, 2014). Todavia, Kampf (2000) afirma que, para materiais orgânicos, o pH ótimo seria entre 5,2 e 5,5, ou seja, nenhum tratamento apresenta pH adequado, estando T1 mais próximo dos valores desejados (Tabela 1).

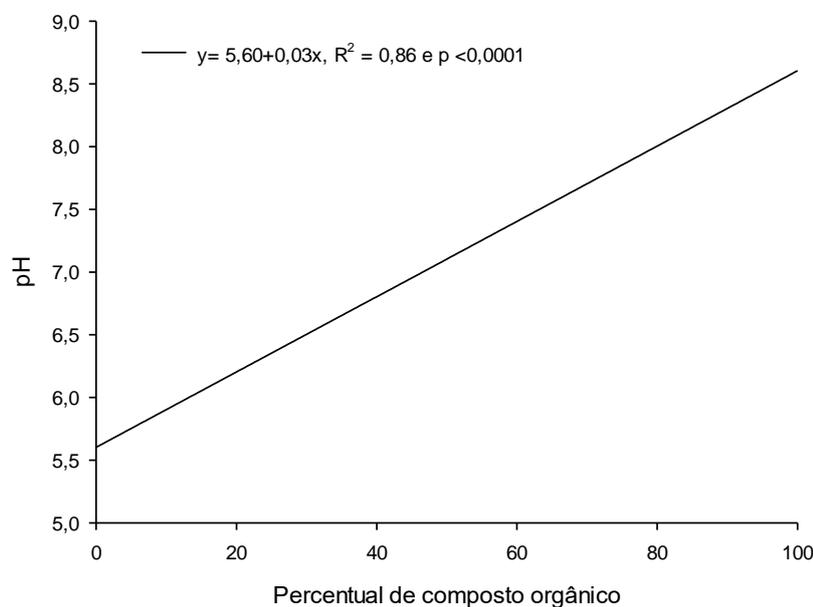
Tabela 1 – pH, condutividade elétrica (CE), densidade úmida (DU), densidade seca (DS), porosidade total (PT), espaço de aeração (EA) e água disponível (AD) dos substratos formulados a base de palha de arroz fervido e composto orgânico. UFRGS. Porto Alegre, 2021.

Substrato	pH	CE	DU	DS	PT	EA	AD
	H ₂ O	mS cm ⁻¹	kg m ⁻³	kg m ⁻³	%	%	%
*Comercial (T1)	6,53	0,10	267,88	138,88	83,21	18,34	25,93
T2	5,05	0,24	320,75	123,99	73,58	37,58	2,52
T3	6,87	0,48	422,80	223,80	72,34	34,15	6,51
T4	7,46	0,52	533,10	334,17	73,34	27,06	15,06
T5	7,82	0,63	649,21	431,88	79,46	20,43	21,19
T6	8,33	0,75	756,28	523,15	79,18	14,97	22,72

*T1 = substrato comercial (C); T2 = 100% palha de arroz agroecológico fervida (PAF), T3 = 75% PAF + 25% composto orgânico (CO); T4 = 50% PAF + 50% CO; T5 = 25% PAF + 75% CO; T6 = 100% CO.

O substrato comercial (T1) foi o único que apresentou pH dentro da faixa ideal. Os demais tratamentos exibiram valores acima de 6,5, exceto T2, que apresentou valor inferior a 5,2, havendo um aumento linear conforme aumentou-se a participação do CO nas formulações (Figura 1). Embora os valores de pH dos substratos formulados estejam fora dos limites recomendáveis, principalmente em T6, esse fator não foi limitante ao desenvolvimento das mudas de alface, possivelmente em função da nutrição complementar e dos nutrientes presentes nos substratos terem sido suficientes para o desenvolvimento inicial das mesmas, contudo condicionadores capazes de reduzir o pH seriam interessantes para otimizar o crescimento das mudas. Todavia, esse comportamento é corroborado pelo trabalho de Oliveira (2011), que avaliou a qualidade de mudas de alface semeadas em substratos compostos de vermicomposto e fino de carvão vegetal, enriquecidos ou não com torta de mamona com pH entre 6,3 e 7, bem como por Watthier (2014) ao produzir mudas de alface em substratos a base de húmus de minhoca e casca de arroz carbonizada, no qual os melhores tratamentos apresentavam pH de 6,9 e 7,1.

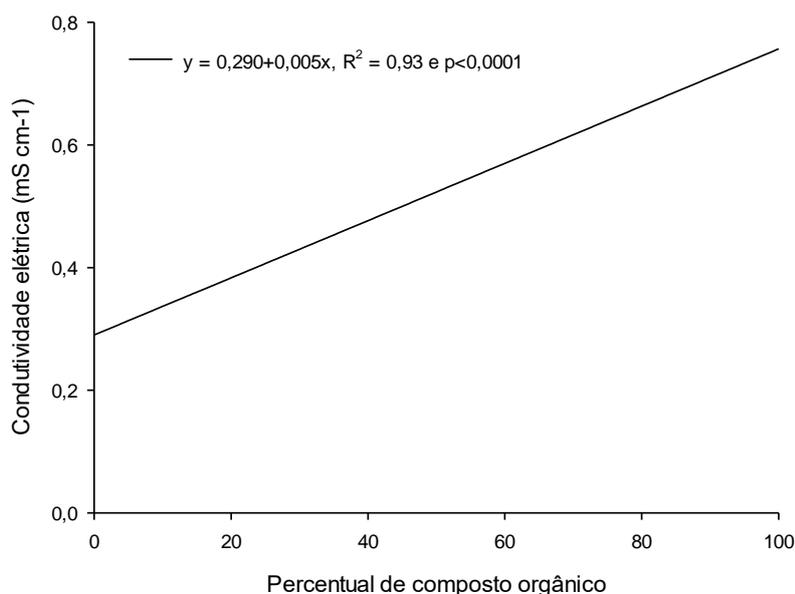
Figura 1: pH em função do percentual de composto orgânico presente nos substratos formulados. UFRGS. Porto Alegre, 2021.



Para Cavins et al. (2000), a condutividade elétrica (CE) em substratos pode ser considerada normal quando estiver entre os valores de 0,36 e 0,65 mS cm^{-1} , utilizando o método de análise de 1:5 (v/v). Assim, no presente estudo T3, T4 e T5 apresentaram valores dentro desta faixa. Os tratamentos T1 e T2 obtiveram valores inferiores (0,10 e

0,24 mS cm⁻¹), sendo notório o desempenho inferior das mudas devido a baixa disponibilidade de nutrientes, mesmo com o uso do biofertilizante aplicado via foliar. No entanto, percebe-se que, à medida que a participação do CO é maior na composição dos substratos, há aumento linear significativo da CE nestes, conforme demonstra a análise de regressão (Figura 2), evidenciando a capacidade nutricional desse material. Ainda, ressalta-se que, em sistemas orgânicos de produção, preza-se por uma CE maior, visto que é desejável que o substrato seja capaz de nutrir as mudas, variando, também, conforme a espécie escolhida. Em sistemas convencionais que fertirrigam as mudas com fertilizantes solúveis, de maneira inversa, o valor de CE desejado é o mais baixo possível, visando facilitar o manejo da adubação complementar pelo produtor (KÄMPF, 2000).

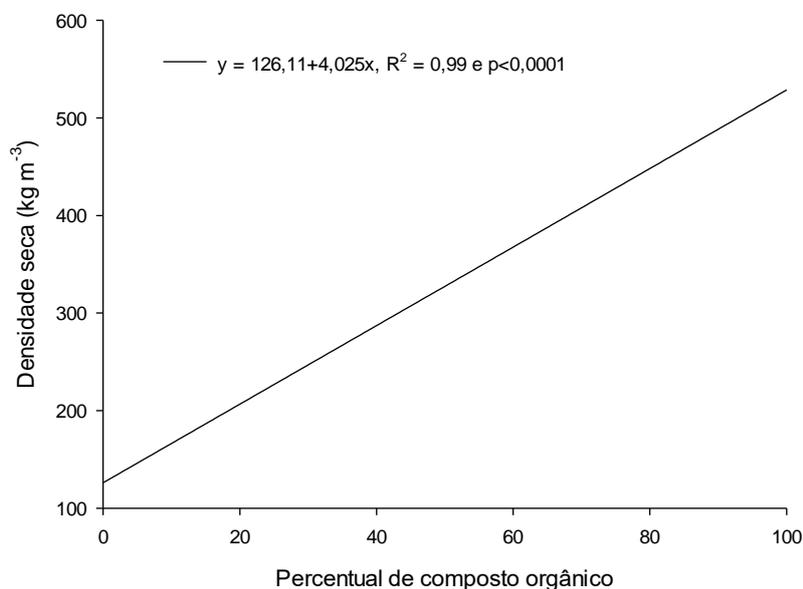
Figura 2: Condutividade elétrica em função do percentual de composto orgânico presente nos substratos formulados. UFRGS. Porto Alegre, 2021.



A densidade em base seca (DS) variou de 123,99 a 523,15 kg m⁻³, sendo evidenciada uma tendência linear de aumento da densidade, conforme a maior participação de composto orgânico nos substratos formulados (Figura 3). Para Kämpf (2000), em uso de bandejas multicelulares, os valores de densidade considerados adequados variam entre 100 e 300 kg m⁻³, assim somente T1, T2 e T3 teriam densidades dentro desta faixa. Para T4, T5 e T6, apesar dos altos valores de densidade, não houve impedimento no crescimento e desenvolvimento das mudas. Contudo, para materiais com alta densidade, como o composto orgânico, o mais indicado seria utilizá-los como

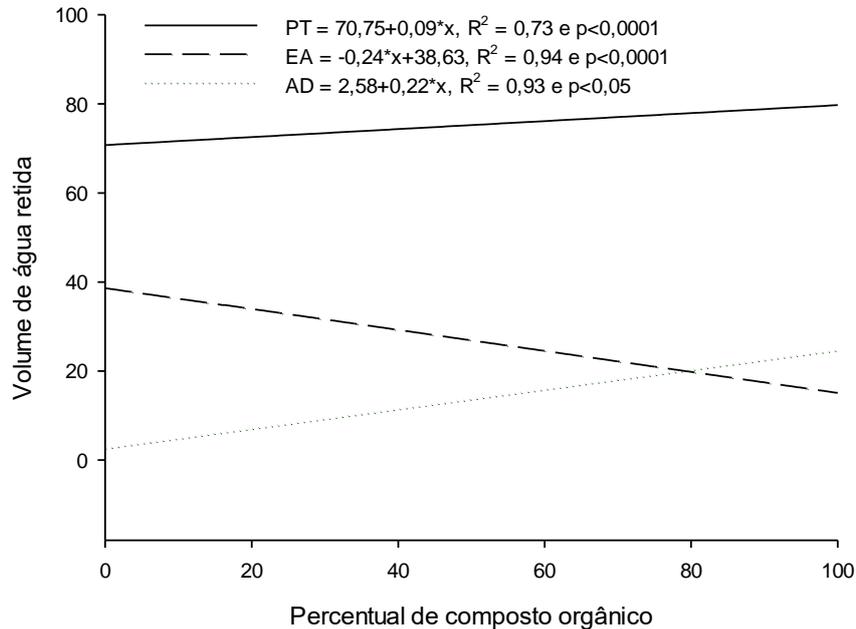
complemento em misturas e não como material principal (SCHÄFER; SOUZA; FIOR, 2015).

Figura 3: Densidade seca em função do percentual de composto orgânico presente nos substratos formulados. UFRGS. Porto Alegre, 2021.



Em relação a porosidade total (PT), tem-se que valores próximos a 85% (80 -90%) seriam os mais indicados (DE BOODT E VERDONCK, 1972; KÄMPF, 2005). Nesse caso, somente T1 (83,25%) estaria dentro da faixa de referência embora T5 (79,46%) e T6 (79,18%) estejam bastante próximos. Os demais tratamentos obtiveram valores inferiores a 79%. Além disso, novamente há uma tendência linear de aumento da PT a partir da maior participação de composto orgânico nos substratos formulados (figura 4). Valores de porosidade próximos da faixa ideal propiciam um ambiente adequado aos processos de trocas gasosas e disponibilidade de água às raízes das mudas de alface (KLEIN et al., 2012).

Figura 4: Porosidade total, espaço de aeração e água disponível em função do percentual de composto orgânico presente nos substratos formulados. UFRGS. Porto Alegre, 2021.



O espaço de aeração (EA) tem sua faixa ideal variável, a depender do autor. Penningsfeld (1983) estabeleceu como ideias valores entre 30 e 40%, enquanto De Boodt e Verdonck (1972), utilizam de 20 a 30%. Considerando esta faixa (20 - 40%), apenas T1 (18,34%) e T6 (14,97%) detém valores insuficientes. Substratos com valores abaixo do ideal, como T1 e T6, tendem a apresentar elevada retenção de água, o que implica diretamente no manejo da irrigação. O maior valor de EA foi evidenciado em T2, o que pode ser relacionado com os apontamentos feitos por Wathier et al. (2019), Freitas et al. (2013) e Klein et al. (2012), em que materiais como a casca de arroz carbonizada (CAC), semelhante a PAF, detém elevado espaço de aeração, conseqüentemente, possuem baixa retenção de água, o que pode explicar o baixo desempenho das mudas neste tratamento, conforme evidencia a relação linear decrescente entre a participação de composto orgânico e o espaço de aeração (figura 4).

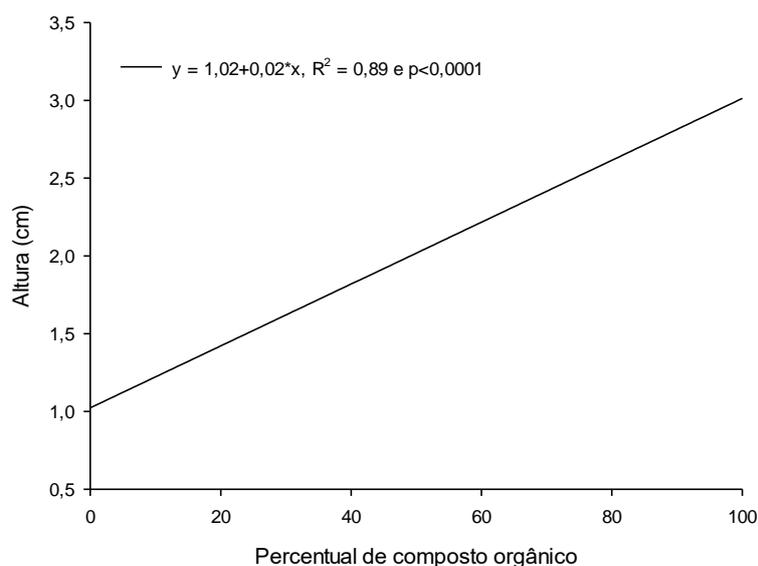
Para água disponível (AD), valores de 25 a 35 % são descritos como ideais (DE BOODT E VERDONCK, 1972; CATTIVELLO, 1991). Todos os substratos analisados, exceto T1 (25,93%) obtiveram valores inferiores ao desejável. É possível observar que quanto maior a participação de CO, há um aumento da AD, fato demonstrado pela relação linear crescente (figura 4). Esse comportamento ocorre, provavelmente, pela melhora da estrutura e capacidade de retenção de água promovidas pela presença de matéria orgânica

(MEIRELLES et al., 2016), bem como pela diminuição da macroporosidade, atrelada a PAF Watthier (2014), ao analisar o crescimento e desenvolvimento de mudas de alface em substratos à base de casca de arroz carbonizada e húmus de minhoca, encontrou comportamento semelhante.

Em substrato formulado 100% com casca de arroz carbonizada, Watthier et al. (2019) relataram que não houve desenvolvimento das mudas de alface devido a baixa presença de nutrientes. O tratamento T6 (100% CO) obteve valor superior ao considerado normal de CE ($0,75 \text{ mS cm}^{-1}$), porém não foram constatados danos às plantas devido a maior concentração de sais. Autores indicam que a cultura da alface pode ser considerada moderadamente sensível à salinidade, tolerando até valores próximos de $1,3 \text{ dS m}^{-1}$ (ANDRIOLLO et al., 2005; GOMES et al., 2008).

Nenhum tratamento atingiu a altura (AP) recomendada para transplante de mudas de alface, isto é, $5,41 \text{ cm}$ (FILGUEIRA, 2000). Esse comportamento pode estar associado ao baixo teor de nutrientes presentes nos substratos, principalmente nos tratamentos com maior participação de PAF, conforme indicado também pelos valores de CE e pela regressão linear crescente entre os a altura das mudas e a participação de composto orgânico (figura 5) Ao analisar a formação de mudas de alface lisa em diferentes substratos, Silva e Queiroz (2014) obtiveram resultados semelhantes, atribuindo o baixo crescimento das mudas ao não uso de fertilizantes sintéticos.

Figura 5: Número de folhas de mudas de alface em função do percentual de composto orgânico presente nos substratos formulados. UFRGS. Porto Alegre, 2021.



Na produção de mudas de alface em sistema orgânico, Souza e Resende (2003) afirmam que a muda deve estar com quatro a seis folhas definitivas no momento do transplante. O tratamento contendo 100% PAF (T2) foi o único que não atingiu o número de folhas (NF) previsto na literatura (Tabela 2), e foi o pior tratamento para esta variável.

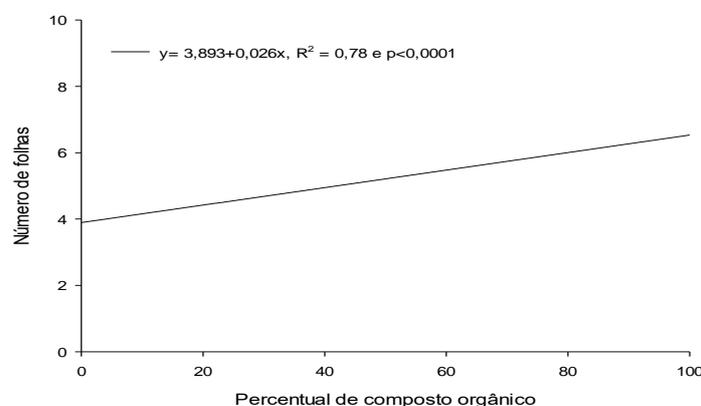
Tabela 2 – Altura (H), número de folhas (NF), comprimento de raiz (CR), estabilidade do torrão (E), massa fresca de parte aérea (MFPA), massa fresca de raiz (MFR), massa seca de parte aérea (MSPA) e massa seca de raiz (MSR) das mudas de alface produzidas nos substratos formulados a base de palha de arroz fervida e composto orgânico. UFRGS. Porto Alegre, 2021.

Substrato	*H (cm)	NF (un.)	CR (cm)	E	*MFPA (mg)	MFR (mg)	*MSPA (mg)	MSR (mg)
Comercial (T1)	0,33 d	4,77 b	6,33 b	3,22 a	2,10 c	160,00b	1,10 d	8,66 c
T2	0,30 d	3,83 c	7,70 a	0,10 c	2,08 c	85,33 c	0,83 e	5,66 c
T3	0,43 c	4,87 b	8,01 a	1,17 b	2,23 c	165,33b	1,15 d	11,00 c
T4	0,45 c	4,87 b	7,82 a	1,20 b	2,42 b	194,00b	1,34 c	13,33 c
T5	0,55 b	5,87 a	7,90 a	0,00 c	2,70 a	323,00a	1,64 b	19,33 b
T6	0,61 a	6,63 a	7,74 a	0,00 c	2,85 a	381,33a	1,86 a	31,66 a

*f(x) = log (x+1) Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (p<0,05)

A PAF possui comportamento semelhante a CAC, devido à suas características, como a baixa presença de nutrientes. Através da análise de regressão (Figura 6) foi possível constatar um crescimento linear significativo do número de folhas em relação às porcentagens de composto orgânico presente nas misturas de substratos, ressaltando a importância das características químicas desse componente no desenvolvimento das mudas. O uso de CO em substratos para a produção de mudas de hortaliças garante maiores teores de nutrientes (FURLAN et al., 2007; CUNHA et al, 2014) e, dessa forma, maiores ganhos de biomassa.

Figura 6: Número de folhas de mudas de alface em função do percentual de composto orgânico presente nos substratos formulados. UFRGS. Porto Alegre, 2021.



Ao analisar misturas de substratos comerciais com diferentes proporções de CAC Freitas et al. (2013) constataram que o tratamento com menor número de folhas foi aquele composto de 100% de CAC, concordando com o presente trabalho. Estes resultados indicam que os tratamentos T5 e T6 têm desempenho superior ao substrato comercial, no que tange a essa variável, podendo substituí-lo (MEDEIROS et al., 2008).

O comprimento de raiz (CR) não variou entre tratamentos, exceto para o T1, que foi inferior (6,33 cm). O tratamento T1 apresentou EA abaixo da faixa ideal recomendada, sendo que a aeração é altamente necessária à respiração das células das raízes, facilitando as trocas gasosas. O baixo valor de EA pode afetar CR e, conseqüentemente, a capacidade das raízes explorarem o volume de substrato disponível e, assim, o desempenho das mudas em geral (TRANI et al., 2007; PEREIRA et al., 2012; CUNHA et al., 2014).

A estabilidade de torrão (E) foi superior em T1, que apresentou um torrão medianamente coeso (3,22). Os tratamentos T3 e T4 obtiveram notas muito baixas (<1,25), porém superiores a T2, T5 e T6 (<0,15). No caso de T2 e T3, os baixos valores relacionam-se com a maior quantidade de PAF em sua composição (100% e 75%, respectivamente), visto que esse material possui partículas grandes e que promovem muitos espaços vazios, o que dificulta sua agregação (WATTHIER, 2014). Enquanto que para T4, T5 e T6 atribuíram-se notas baixas em função da dificuldade de retirada do torrão das bandejas, requerendo uso de ferramentas auxiliares, o que desintegrava o torrão. Contudo, quando umedecidos, houve maior facilidade na remoção destes dos recipientes. Este comportamento pode estar atrelado ao aumento da densidade de empacotamento do substrato, resultante da irrigação, da umidade presente nas partículas e do arranjo das partículas do substrato umas sobre as outras (FERMINO, 2002). É possível que o sistema de irrigação por microaspersão, neste caso, não seja o mais adequado, uma vez que a estabilidade de torrão é importante no momento do transplante, pois reflete na uniformidade a campo e em taxas de pegamento superiores, reduzindo a necessidade de replantio (ANTUNES, 2017).

Em relação a massa fresca e massa seca de parte aérea (MFPA e MSPA, respectivamente), o substrato contendo maiores teores de composto orgânico apresentou desempenho superior (T6), sendo que T5 não diferiu do mesmo em relação a MSPA. Segundo Pereira et al. (2012), ao estudar o uso de composto orgânico como substrato para produção de mudas de almeirão em sistema agroecológico, o uso deste material resultou em mudas com maior vigor. Analisando a formação de mudas de repolho, Soares et al.

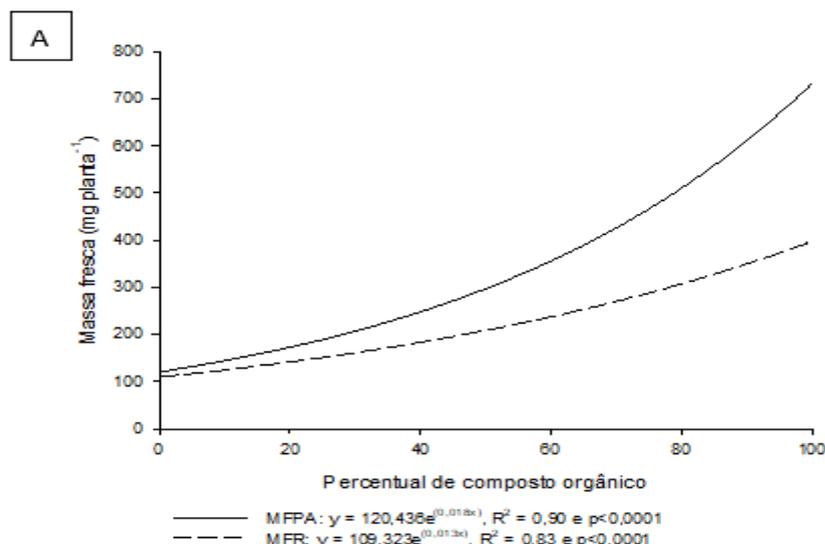
(2009) concluíram que o substrato contendo 100% de composto orgânico produziu mudas com características superiores, quando comparado ao substrato comercial.

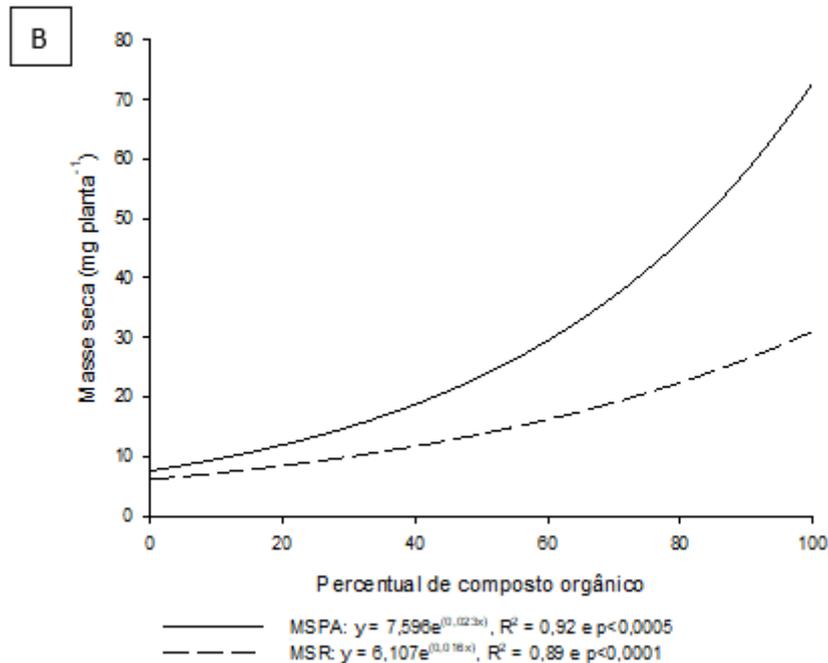
Esse comportamento pode estar relacionado com o desempenho, também superior, desses tratamentos (T5 e T6) quanto a NF. Esse parâmetro, junto ao CR, possui grande importância na produção de mudas, uma vez que estes são responsáveis tanto pela fotossíntese quanto pela absorção de nutrientes, conforme apontado por Tessaro et al. (2013) na produção de mudas de couve-chinesa em sistema agroecológico.

Tendo em vista que, em substratos, o desenvolvimento de raízes reflete diretamente no crescimento da parte aérea (GUSMÃO; RIPP, 2016) o comportamento das mudas de alface nos parâmetros de massa fresca e massa seca de raiz (MFR e MSR) segue aquele apresentado para MFPA e MSPA. Ao utilizar proporções crescentes de CAC em substratos, Freitas et al. (2013) conclui que houve uma diminuição linear da produção de massa seca de raiz. Tal fator pode estar relacionado, para além da baixa CE, com a rápida drenagem dos substratos, representada pelos altos valores de EA, consequentemente, baixos de AD, como demonstrado nos tratamentos T2 e T3.

As análises de regressão da MFPA e MFR (Figura 7A), bem como as da MSPA e MSR (Figura 7B) resultaram em curvas de crescimento exponencial ($y = a.e^{(bx)}$), nas quais há uma relação significativa entre o aumento do teor de composto orgânico nos substratos e o aumento desses parâmetros

Figura 7: Massa fresca de parte aérea e de raiz (A) e massa seca de parte aérea e de raiz (B) em função do percentual de composto orgânico presente nos substratos formulados. UFRGS. Porto Alegre, 2021





De maneira geral, o substrato comercial demonstrou não ser capaz de fornecer os requisitos necessários ao crescimento e desenvolvimento das mudas de alface em sistema orgânico de produção no que se refere a sua disponibilidade de nutrientes. Em consequência da baixa CE, há uma evidente dependência do uso de fertilizantes minerais altamente solúveis através de fertirrigação constante, conforme apontado por Oliveira (2011). Essa prática de manejo não é permitida na produção orgânica. Contudo, existe a possibilidade de uso de um biofertilizante alternativo ao utilizado neste estudo, cujo conteúdo nutricional seja superior.

Os tratamentos T5 e T6 obtiveram resultados superiores nos parâmetros altura de muda, número de folhas, matéria fresca e seca de parte aérea, sendo que T6 foi superior também na matéria fresca e seca de raízes das mudas de alface produzidas em sistema orgânico. O uso do biofertilizante foi um potencializador desses tratamentos, conforme indicam resultados obtidos por Martins et al., (2020) com o uso de biofertilizante a base de torta de filtro em substratos orgânicos na produção de mudas de alface. Ainda, os resultados indicam que os substratos que contém proporções maiores de PAF em sua mistura (T2, T3 e T4) são inadequados à produção de mudas de alface em sistema orgânico de produção. As características químicas e físicas desses substratos não foram capazes de atender as necessidades nutricionais e fisiológicas das mudas ao longo de seu desenvolvimento.

Em estudo realizado com substratos à base de composto orgânico e CAC para mudas de alface, Santos (2006) conclui que o substrato composto por 100% CAC sem fertirrigação também não produziu mudas de qualidade, devido a suas características químicas. Portanto, o uso de composto orgânico em substratos para produção de mudas em sistema orgânico é importante devido a capacidade de nutrir as plantas em função das características químicas.

No presente trabalho, a PAF apresentou comportamento semelhante, como pode ser constatado para os tratamentos T2 e T3, que possuem os menores valores de CE, com exceção do substrato comercial. Contudo, a participação de materiais com maior EA, como a PAF, em misturas, visando a melhoria das características físicas, como redução da densidade e aumento da porosidade é benéfica e foi evidenciada em T5.

4 CONCLUSÃO

Não recomenda-se o uso de proporções maiores que 25% de PAF em misturas de substratos para produção de mudas de alface em sistema orgânico.

Novos materiais devem ser estudados para serem utilizados como condicionadores nas misturas, a fim de reduzir a densidade e o pH dos substratos formulados.

REFERÊNCIAS

ANDRIOLO, J. L.; LUZ, G. L.; WITTER, M. H.; GODOI, R. S.; BARROS, G. T.; BORTOLOTO, O. C. Growth and yield of lettuce plants under salinity. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.4, p.931-934, 2005.

ANTUNES, L. F. de S. **Produção de gongocompostos e sua utilização como substrato para produção de mudas de alface**. 2017. 73 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Ciência do Solo). Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2017.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Secretaria de Defesa Agropecuária (SDA). Instrução Normativa SDA Nº 17 de 21 de maio de 2007. Métodos Analíticos Oficiais para Análise de Substratos e Condicionadores de Solos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 24 de maio de 2007. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/fertilizantes/legislacao/in-17-de-21-05-2007-aprova-metodo-substrato.pdf>>. Acesso em: 15 abr. 2020.

CATTIVELLO, C. Physical properties in commercial substrates and their relationships. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v.294, p.207-214, 1991.

CAVINS, T.J. et al., Monitoring and managing pH and EC using the PourThru Extraction Method. **Horticulture Information Leaflet 590**, New 7/2000. Raleigh: North Caroline State University, 2000. 17p.

CUNHA, C. et al. Substratos alternativos para produção de mudas de alface e couve em sistema orgânico. **Scientia Plena**, Aracaju, v.10, n.11, p.1-9, 2014.

DE BOODT, M. A. V. O.; VERDONCK, O. The physical properties of the substrates in horticulture. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n. 26, p. 37-44, 1972.

FERMINO, M. H. O uso da análise física na avaliação da qualidade de componentes e substratos. IN: FURLANI, A. M. C. et al. (Ed.) **Caracterização, manejo e qualidade de substratos para produção de plantas**. Campinas: Instituto Agrônomo, p. 29-37, 2002.

FERMINO, M. H. **Substratos: composição, caracterização e métodos de análise**. Guaíba: Agrolivros, v. 111, 2014.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura**. Viçosa: UFV. 2000. 402p.

FREITAS, G. A. de; SILVA, R. R. da; BARROS, H. B.; VAZ-DE-MELO, A.; ABRAHÃO, W. A. P. Produção de mudas de alface em função de diferentes combinações de substratos. **Revista Ciência Agrônoma**, Fortaleza, v. 44, n. 1, p. 159–166, 2013.

FURLAN, F. et al. Substratos alternativos para produção de mudas de couve folha em sistema orgânico. **Cadernos de Agroecologia**, v. 2, n. 2, 2007. Disponível em: <http://revistas.aba-agroecologia.org.br/index.php/cad/article/view/2726>. Acesso em: 18 maio 2020.

GOMES, L. A. A.; RODRIGUES, A. C.; COLLIER, L. S.; FEITOSA, S. S. Produção de mudas de alface em substrato alternativo com adubação. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 3, 2008.

GONDIN, J. C.; SILVA, J. B. DA; ALVES, C. Z.; DUTRA, A. S.; ELIAS JUNIOR, L. Emergência de plântulas de *Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke (CAESALPINACEAE) em diferentes substratos e sombreamento. **Revista Ciência Agronômica**, v. 46, n. 2, p. 329-338, 2015.

GRUTZMACHER, P. et al. **Substratos Orgânicos para Produção de Mudas de Almeirão**. In: VI Congresso Brasileiro de Agroecologia e II Congresso Latino Americano de Agroecologia, Curitiba, p. 320 - 324, 2009.

GUSMÃO, A. P.; RIPP, P. G. **Utilização de composto orgânico para produção de mudas**. 2016. 82 p. Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2016.

KÄMPF, A.N. **Produção comercial de plantas ornamentais**. Guaíba: Agropecuária, 2000. 254p.

KÄMPF, A.N. Seleção de materiais para uso como substrato. In: KÄMPF, A.N., FERMINO, M.H. (Eds.) **Substrato para plantas: a base da produção vegetal em recipientes**. Porto Alegre : Gênese, 2000. p.139-145.

KÄMPF, A.N. **Produção comercial de plantas ornamentais**. Guaíba: Agropecuária, 2005. 256p.

KLEIN, C.; VANIN, J.; CALVETE, E. O.; KLEIN, V. A. Caracterização química e física de substratos para a produção de mudas de alface. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v. 18, n. 2, p. 111-119, 2012.

MARTINS, M. B. F. et al. Biofertilizante de torta de filtro e bactéria promotora do crescimento em plantas na produção de mudas de alface / Filter cake biofertilizer and plant growth-promoting bacteria in lettuce seedling production. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 6, n. 9, p. 67758–67768, 2020.

MARTÍNEZ, P. F. Manejo de substratos para horticultura. IN: FURLANI, A. M. C. et al. (Ed.) **Caracterização, manejo e qualidade de substratos para produção de plantas**. Campinas: Instituto Agrônomo, p. 53-76, 2002.

MEDEIROS, C. H.; CUSTÓDIO, T.; RIBEIRO, L. V.; SEDREZ, F.; MORSELLI, T. B. G. A. Substratos alternativos para a produção de mudas de alface. **Rev. Cient. Rural-Urcamp**, Bagé-RS, vol. 18, n.1, 2016.

MEDEIROS, D. C.; FREITAS, K. C. S.; VERAS, F. S.; ANJOS, R. S. B.; BORGES, R. D.; CAVALCANTE NETO, J. G.; NUNES, G. H. S.; FERREIRA, H. A. Qualidade de mudas de alface em função de substratos com e sem biofertilizante. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 2, 2008.

MEIRELLES, L.; VENTURIN, L. GUAZZELLI, M. J. **Agricultura ecológica: alguns princípios básicos**. Ipê/RS: Centro Ecológico, 74p. il, 2016.

NETO, E. B.; SANTOS, R. L. dos; PESSOA, P. M. de A.; ANDRADE, P. K. B. de; OLIVEIRA, S. K. G. de; MENDONÇA, I. F. de. Tratamento de espuma fenólica para produção de mudas de alface. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias (Agrária)**, Recife, v. 5, n. 3, p. 418–422, 2010.

OLIVEIRA, E. A. G. de. **Desenvolvimento de substratos orgânicos, com base na vermicompostagem, para produção de mudas de hortaliças em cultivo protegido**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia. Seropédica, 2011.

PENNINGSFELD, F. Kultursubstrate für den Gartenbau, besonders in Deutschland:— Ein kritischer Überblick. **Plant and Soil**, The Hague, n. 75, p. 269-281, 1983.

PEREIRA, D. C.; GRUTZMACHER, P; BERNARDI, F. H.; MALLMANN, L. S.; COSTA, L. A. de; COSTA, M. S. S. de M. Produção de mudas de almeirão e cultivo no campo, em sistema agroecológico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 16, n. 10, p. 1100–1106, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1415-43662012001000010>.

RUIZ LOPEZ, M. A. **Comportamento químico e microbiológico no biofertilizante tipo supermagro**. 2013. xv, 51 f., il. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade de Brasília, Brasília, 2013.

SANTOS, F. G. B. dos. **Substratos para produção de mudas utilizando resíduos agroindustriais**. 2006. 79 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

SCHAFER, G.; SOUZA, P. V. D. de; FIOR, C. S. An overview of the physical and chemical properties of substrates used in horticulture at southern Brazil. **Ornamental Horticulture**, [S.l.], v. 21, n. 3, p. 299-306, dec. 2015. ISSN 2447-536X. Disponível em: <<https://ornamentalthorticulture.emnuvens.com.br/rbho/article/view/735/592>>. Acesso em: 6 maio. 2020.

SCHMITZ, J. A. K.; SOUZA, P. V. D. de; KÄMPF, A. N. Propriedades químicas e físicas de substratos de origem mineral e orgânica para o cultivo de mudas em recipientes. *Ciência Rural*, [s. l.], v. 32, p. 937–944, 2002.

SILVA, E. C. da; QUEIROZ, R. L. Formação de mudas de alface em bandejas preenchidas com diferentes substratos. **Bioscience Journal**, Uberlândia, p. 725–729, 2014.

SILVA, S. S.; BECKMANN-CAVALCANTE, M. Z.; DULTRA, D. F. da S.; BRITO, L. P. da S. Uso de resíduos orgânicos decompostos como substrato para produção de mudas de alface: efeito no sistema radicular **Revista de la Facultad de Agronomía**, La Plata, vol. 117, n 2, p. 245-252, 2018.

SOARES, L. R.; PEREIRA, D. C.; MONTEIRO, V. H.; SOUZA, C. H. W.; KLEIN, M.

R.; SILVA, M. J.; LORIN, H. F.; COSTA, L. A. de M.; COSTA; M. S. S. de M. Avaliação de Substratos Alternativos para Produção de Mudanças de Repolho. **Revista Brasileira de Agroecologia**, [S.l.], v. 4, n. 2, dec. 2009. Disponível em: <<http://revistas.aba-agroecologia.org.br/index.php/rbagroecologia/article/view/8410>>. Acesso em: 01 fev. 2021.

SOUZA, F. L.; RESENDE, P. **Manual de olericultura orgânica**. Viçosa-MG: Aprenda Fácil Editora, 2003. 555p.

TESSARO, D.; MATTER, J. M.; KUCZMAN, O.; FURTADO, L. DE F.; COSTA, L. A. DE M. ; COSTA, M. S. S. DE M. Produção agroecológica de mudas e desenvolvimento a campo de couve-Chinesa. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 43, n. 5, p. 831–838, 2013.

TRANI, P. E.; NOVO, M. do C. S. S.; CAVALLARO JÚNIOR, M. L.; TELLES, L. M. G. Produção de mudas de alface em bandejas e substratos comerciais. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 2, p. 290–294, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102-05362004000200025>.

TRANI, P. E.; FELTRIN, D. M.; POTT, C. A.; SCHWINGEL, M. Avaliação de substratos para produção de mudas de alface. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 25, n. 2, abr.-jun. 2007.

WATTHIER, M.; SCHWENGBER, J. E; FONSECA, F. D.; SILVA, M. A. S. Húmus de minhoca e casca de arroz carbonizada como substratos para produção de mudas de alface. **Brazilian Applied Science Review**, [S. l.], v. 3, n. 5, p. 2065–2071, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.34115/basrv3n5-011>

WATTHIER, M. **Substratos orgânicos: caracterização, produção de mudas e desenvolvimento à campo de alface e beterraba e influência na atividade enzimática**. 2014. 125 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.